

高誘電率パシベーション膜を有する AlGaN/GaN HEMT の耐圧向上の解析

Analysis of Breakdown Voltage Enhancement in AlGaN/GaN HEMTs with a High- k Passivation Layer

芝浦工大システム工

塙 秀之

中島 敦

堀尾 和重

Shibaura Institute of Technology

H. Hanawa

A. Nakajima

K. Horio

E-mail: mf11027@sic.shibaura-it.ac.jp

AlGaN/GaN HEMT の耐圧を向上させる上で、フィールドプレートの導入が効果的であることは実験的にも理論的にもよく知られている。これはフィールドプレートの導入によりゲートのドレイン端の電界が緩和されるからである。ただし、フィールドプレートの導入は寄生容量の増大をもたらす、高周波特性の劣化につながる。フィールドプレート導入の他に耐圧を向上させる方法として、高誘電率パシベーション膜を導入することが考えられる。これは、絶縁膜内で一様になるようとする電界分布が半導体側の電界分布に影響を与え、ゲートのドレイン端の電界を弱めうるからである。そこで、本研究では、パシベーション膜の比誘電率 ϵ_r をパラメータとして AlGaN/GaN HEMT の電流電圧特性を 2 次元解析し、オフ耐圧の ϵ_r 依存性を調べた。

図 1 に解析対象とした素子構造を示す。ゲート長 L_G は $0.3 \mu\text{m}$ 、ゲート・ドレイン間距離 L_{GD} は $1.5 \mu\text{m}$ を典型的な値とした。また、パシベーション膜の厚さ d は $0.1 \mu\text{m}$ を典型的な値とした。バッファ層内に深いドナーと深いアクセプタを考慮し¹⁾、深いアクセプタ濃度を 10^{17}cm^{-3} とした²⁾。

図 2 (a), (b) に、ゲート電圧 $V_G = -8 \text{ V}$ のときのドレイン電流 I_D -ドレイン電圧 V_D 特性及びゲート電流 I_G - V_D 特性を ϵ_r をパラメータとして示す。 ϵ_r の増大と共に、 I_G や I_D が急増してブレイクダウンに達する電圧が増大することがわかる。これは、 ϵ_r が高くなるにつれ、ゲートのドレイン端の電界が弱められるためである。ただし、 ϵ_r が 30 以上の場合、急激な I_D 上昇の前に I_D が 1 mA/mm を超えて耐圧に達したと見なされ、このときの I_G の値はかなり低い。この場合、ゲート・ドレイン間で発生した正孔がバッファ層に流れ込み導電率変調を起こしたと解釈される。従って、ゲート・ドレイン間距離 L_{GD} を長くすれば、 ϵ_r が 30 以上のときの耐圧は上昇すると思われる。

尚、高誘電率薄膜は GaN 系 MISHEMT のゲート絶縁膜として検討されている。例として、 HfO_2 ($\epsilon_r \sim 20$)、 La_2O_3 ($\epsilon_r \sim 27$)、 LaLuO_3 ($\epsilon_r \sim 28$) 等が挙げられる³⁾。

1) K. Horio et al., J. Appl. Phys., 98, 124502 (2005).

2) H. Onodera and K. Horio, Semicond. Sci. Technol., 27, 085016 (2012).

3) S. Yang et al., IEEE Electron Device Lett., 33, 979 (2012).

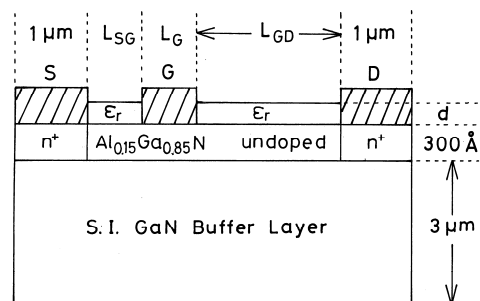
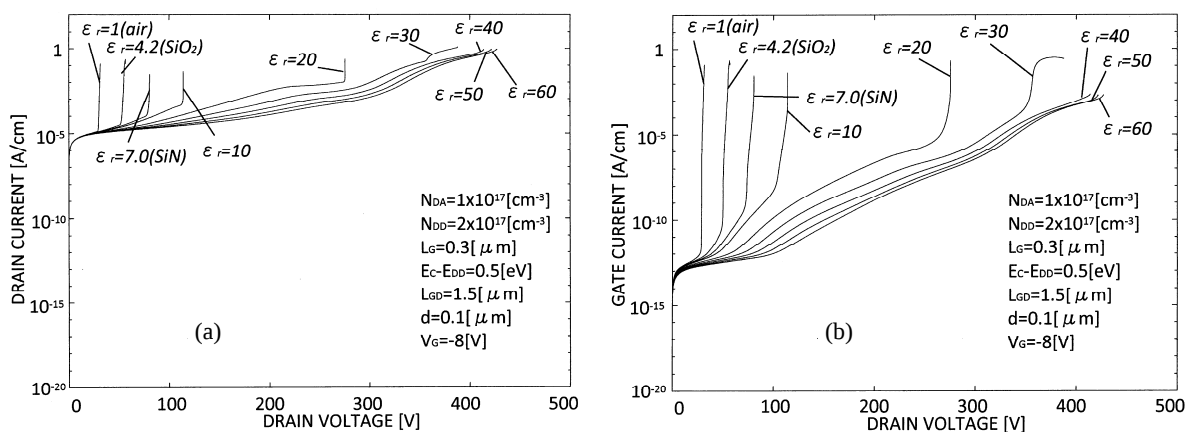


図 1 解析対象とした素子構造

図 2 (a) I_D - V_D 特性と (b) I_G - V_D 特性の ϵ_r 依存性の計算結果。 $V_G = -8 \text{ V}$, $L_G = 0.3 \mu\text{m}$, $L_{GD} = 1.5 \mu\text{m}$ 。